

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-260777

(43)Date of publication of application : 03.10.1997

(51)Int.Cl. H01S 3/18

(21)Application number : 08-071900

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND
CO LTD

(22)Date of filing : 27.03.1996

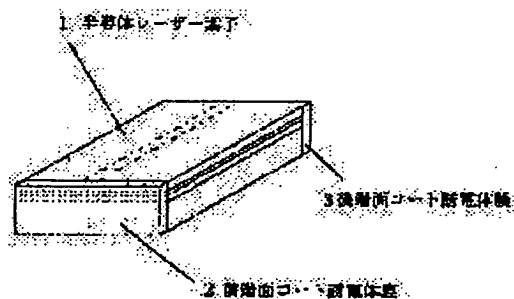
(72)Inventor : KUME MASAHIRO

(54) SEMICONDUCTOR LASER DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce the time taken for forming end-face coated dielectric film to raise the production efficiency, reduce the dispersion of this film thickness enough to reduce the characteristic deterioration due to the temp. rise at the resonator end-face of a semiconductor laser element at forming of the end-face coated dielectric film, and improve the reliability by making this film difficult to peel off from the laser element.

SOLUTION: A front end face- and rear end face-coated dielectric films 2 and 3 made of e.g. aluminium oxide, silicon oxide, silicon nitride or titanium oxide reformed on the end faces of a resonator of a semiconductor laser element 1 and have each a thickness having an optical length longer than $1/100$ of the wavelength shorter than $1/10$ of the wavelength. Each of these films 2 and 3 is pref. set to a thickness having an optical length longer than $1/50$ of the wavelength and shorter than $1/13$ thereof, and more pref. an optical length longer than $1/50$ of the wavelength and shorter than $1/20$ thereof.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 22.02.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-260777

(43)公開日 平成9年(1997)10月3日

(51)Int.Cl.⁶

H01S 3/18

識別記号

庁内整理番号

FI

H01S 3/18

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数4 OL (全5頁)

(21)出願番号 特願平8-71900

(22)出願日 平成8年(1996)3月27日

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 桑 雅博

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

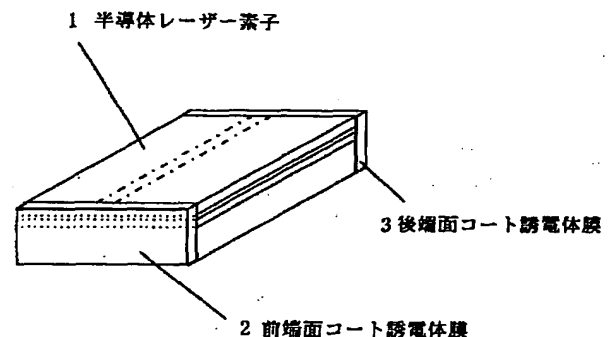
(74)代理人 弁理士 宮井 暎夫

(54)【発明の名称】 半導体レーザー装置

(57)【要約】

【課題】 端面コート誘電体膜形成に要する時間を短くし、製造工程の効率を高め、端面コート誘電体膜の膜厚のばらつきを十分に小さくし、端面コート誘電体膜形成の際の半導体レーザー素子の共振器端面の温度上昇に伴う特性劣化を少なくし、半導体レーザー素子から端面コート誘電体膜を剥がれにくくして信頼性を高める。

【解決手段】 半導体レーザー素子1の共振器端面に光学長が100分の1波長より長く10分の1波長より短い膜厚の例えば酸化アルミニウム、酸化シリコン、窒化シリコン、酸化チタン等からなる前端面コート誘電体膜2と後端面コート誘電体膜3とを被着している。この端面コート誘電体膜2、3の膜厚は、好ましくは光学長が50分の1波長より長く13分の1波長より短く設定する。さらに好ましくは、光学長が50分の1波長より長く20分の1波長より短く設定する。



(2)

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体レーザー素子の少なくとも一方の共振器端面に、光学長が100分の1波長より長く10分の1波長より短い膜厚の端面コート誘電体膜を被着したことを特徴とする半導体レーザー装置。

【請求項2】 半導体レーザー素子の少なくとも一方の共振器端面に、光学長が50分の1波長より長く13分の1波長より短い膜厚の端面コート誘電体膜を被着したことを特徴とする半導体レーザー装置。

【請求項3】 半導体レーザー素子の少なくとも一方の共振器端面に、光学長が50分の1波長より長く20分の1波長より短い膜厚の端面コート誘電体膜を被着したことを特徴とする半導体レーザー装置。

【請求項4】 端面コート誘電体膜が酸化アルミニウム、酸化シリコン、窒化シリコンおよび酸化チタンのうちの何れかの材料からなることを特徴とする請求項1、2または3記載の半導体レーザー装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光ディスクやレーザープリンタ等の光情報処理装置や光ファイバ通信等に用いられる半導体レーザー装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 近年、半導体レーザー装置は、コンパクトディスク（CD）等の光ディスクの光源に広く用いられている。光ディスクからデータを読み取るのみのCDやコンピュータ用のCD-ROMに用いられる半導体レーザー装置は、現在波長780nmの砒化ガリウムアルミニウム（GaAlAs）を材料としている。

【0003】 このCD用半導体レーザー装置では、GaAlAs半導体結晶を劈開することによってレーザー共振器ミラーを形成している。劈開することによって形成したレーザー共振器ミラーの反射率は、レーザー光に対するGaAlAs結晶と空気の屈折率によって決まり、約0.32となる。読み取り用のCD用半導体レーザー装置としては、一般にこの反射率で用いられるが、結晶表面をむき出しのままにすると、動作中にGaAlAs半導体結晶の表面が酸化され、半導体レーザー装置が徐々に劣化する。これを防いで長寿命の半導体レーザー装置を実現するために、レーザー共振器ミラー面に酸化アルミニウムや酸化シリコン等の透明な単層の誘電体膜を形成する方法が採られ、これに関してはLadanyらの報告がある（Applied Physics Letters, Vol. 30, No. 2, p87, 1977）。

【0004】 図1に半導体レーザー素子のレーザー共振器ミラー面を誘電体膜で被覆した半導体レーザー装置の斜視図を示す。この半導体レーザー装置は、チップ状の半導体レーザー素子1のレーザー共振器ミラー面（以下、共振器端面と呼ぶ）に前端面コート誘電体膜2および後端面コート誘電体膜3を被着したところを示す。半導体レーザー素子1のレーザー共振器ミラー面の両共振器端面に前端面コート誘電体膜2および後端面コート誘電体膜3をそれぞれ形成すると、半導体レーザー素子1のレーザー共振器ミラーの反射率は、前端面コート誘電体膜2および後端面コート誘電体膜3の屈折率とその膜厚によって変化する。

2

【0005】 図2に半導体レーザー素子1の共振器端面に形成する端面コート誘電体膜の膜厚（光学長）に対する反射率を示す。膜厚は光の波長に対する膜の光学長（膜厚×屈折率）を単位にしてある。すなわち、光学長0.5の時の膜の実際の厚さdは光の真空中の波長をλ、膜の屈折率をnとすると、 $d = 0.5 \times \lambda / n$ となる。反射率は光学長0.5の周期で変化する。半導体レーザー装置のしきい電流値や微分効率等の電流-光出力特性は、レーザー共振器ミラーの反射率によって大きく変わり、また寿命やCDに用いたときにしばしば問題となるレーザー光の雑音特性もミラー反射率に大きく依存する。

【0006】 一般に、反射率が下がるにつれてしきい電流値が増大し、微分効率も増大する。雑音特性に関しては、反射率が下がると雑音が増大する。したがって、CDに用いる半導体レーザー装置では、端面コート誘電体膜を形成した後も端面コート誘電体膜がない時と同じ反射率である0.32にするために、端面コート誘電体膜の膜厚をその光学長が0.5（2分の1波長）となる膜厚が選ばれる。例えば、端面コート誘電体膜材料として酸化アルミニウムを用いた場合、その屈折率は約1.65であるから、波長780nmに対して、膜厚は236nmとなる。

【0007】 【発明が解決しようとする課題】 半導体レーザー結晶の共振器端面に端面コート誘電体膜を形成するために、一般にスパッタ法や気相堆積法（CVD法）が用いられるが、膜厚を精密に制御するため、堆積速度を遅くして行う。例えば、スパッタ法で酸化アルミニウムを共振器端面に被着する場合は、その速度は0.05nm/秒以下であるため、2分の1波長の膜厚に端面コート誘電体膜を被着するのに要する時間は1時間以上となる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 半導体レーザー結晶の共振器端面に端面コート誘電体膜を形成するために、一般にスパッタ法や気相堆積法（CVD法）が用いられるが、膜厚を精密に制御するため、堆積速度を遅くして行う。例えば、スパッタ法で酸化アルミニウムを共振器端面に被着する場合は、その速度は0.05nm/秒以下であるため、2分の1波長の膜厚に端面コート誘電体膜を被着するのに要する時間は1時間以上となる。

【0008】 このように長時間スパッタを行うと、作成される前端面コート誘電体膜2および後端面コート誘電体膜3の膜厚のばらつきが大きくなったり、半導体レーザー素子1の共振器端面の温度が上昇して、半導体レーザー装置に特性劣化等の悪影響を及ぼすことになる。また、1台の製造装置の処理できる数量が制限され、量産時には製造装置の必要台数が増すという問題がある。なお、このような問題に対し、堆積速度を速くすることが考えられるが、スパッタ法では速度を上げることが困難で、せいぜい0.1nm/秒が限度であり、レーザー共

(3)

3

振器端面に端面コート誘電体膜を被着するのに要する時間はそれほど短縮することができなかった。

【0009】また、2分の1波長というように厚い膜厚の前端面コート誘電体膜2および後端面コート誘電体膜3を付けたときの問題点として、半導体レーザー結晶からなる半導体レーザー素子1の熱膨張係数と前端面コート誘電体膜2および後端面コート誘電体膜3の熱膨張係数が異なるため、半導体レーザー素子1の共振器端面に対する前端面コート誘電体膜2および後端面コート誘電体膜3の被着膜厚が厚いと、半導体レーザー素子1の共振器端面から前端面コート誘電体膜2および後端面コート誘電体膜3が剥がれやすいという問題がある。

【0010】本発明の第1の目的は、端面コート誘電体膜形成に要する時間を短くすることができ、製造工程の効率を高めることができる半導体レーザー装置を提供することである。本発明の第2の目的は、端面コート誘電体膜形成に要する時間を短くすることができ、端面コート誘電体膜の膜厚のばらつきを十分に小さくできるとともに、端面コート誘電体膜形成の際の半導体レーザー素子の共振器端面の温度上昇に伴う特性劣化を少なくすることができる半導体レーザー装置を提供することである。

【0011】本発明の第3の目的は、半導体レーザー素子から端面コート誘電体膜が剥がれにくく、信頼性の高い半導体レーザー装置を提供することである。本発明の第4の目的は、端面コート誘電体膜が保護膜としての機能を損なうことなく、端面コート誘電体膜がないときとほとんど同じ反射率を実現することができ、端面コート誘電体膜がないときとほとんど同じレーザー特性を実現することができる半導体レーザー装置を提供することである。

【0012】

【課題を解決するための手段】この課題を解決するために、この発明の半導体レーザー装置は、半導体レーザー素子の少なくとも一方の共振器端面に光学長が100分の1波長より長く10分の1波長より短い膜厚の端面コート誘電体膜を被着している。この端面コート誘電体膜の膜厚は、好ましくは光学長が50分の1波長より長く13分の1波長より短く設定する。さらに好ましくは、光学長が50分の1波長より長く20分の1波長より短く設定する。また、端面コート誘電体膜としては、酸化アルミニウム、酸化シリコン、窒化シリコンおよび酸化チタンのうちの何れかの材料が用いられる。

【0013】図3に端面コート誘電体膜として例えば、単層の酸化アルミニウム膜(Al_2O_3 単層膜)をレーザー共振器端面に被着させた時の膜厚(光学長)と反射率の関係を示す。膜厚の光学長が長くなるにつれて、反射率は減少するが、光学長が100分の1波長の時で反射率は0.32、10分の1波長の時で0.24であり、この範囲内では、端面コート誘電体膜がないときと

4

ほとんど同じ反射率を実現することができ、端面コート誘電体膜がないときとほとんど同じレーザー特性を実現することができ、半導体レーザー装置の特性に端面コート誘電体膜の膜厚の違いによる大きな変化はない。10分の1波長の厚さの膜を付けることで、2分の1波長の時の5分の1の時間で被着できることになり、大幅な時間短縮が可能になる。その結果、端面コート誘電体膜の膜厚のばらつきを十分に小さくでき、また生産効率を高めることができ、さらに端面コート誘電体膜形成の際の半導体レーザー素子の共振器端面の温度上昇に伴う特性劣化を少なくすることができる。また13分の1波長の厚さでは反射率は0.27、20分の1波長では0.30となり、半導体レーザー装置の特性の変化はさらに小さく抑えることができる。特に、雑音特性に関しては反射率が低下する程悪化するので反射率を下げすぎない方がよい。

【0014】膜の厚さは従来の5分の1以下(酸化アルミニウムの例では47.2nm以下)と薄くなるので、熱歪による膜の剥離も低減することができる。100分の1波長以上の膜厚にしたのは、これ以下の薄い膜にすると均一な厚さの膜が形成し難くなってきて、端面コート誘電体膜が保護膜としての機能を十分に果たすことができなくなるからである。膜厚を50分の1波長以上とすると、膜の均一性がさらに高まり、保護機能が一層高まる。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、図1と図3を用いて説明する。図1に本発明が適用される半導体レーザー装置の斜視図を示す。この半導体レーザー装置は、チップ状の半導体レーザー素子1のレーザー共振器ミラーの前端面および後端面(前後のミラー面)に単層の前端面コート誘電体膜2と後端面コート誘電体膜3とがそれぞれ被着されている。

【0016】上記の半導体レーザー装置では、レーザー共振器の前端面および後端面には、それぞれ前端面コート誘電体膜2および後端面誘電体膜3を形成するが、前端面コート誘電体膜2および後端面誘電体膜3の反射率を同一にするとは限らない。したがって、本発明のような膜厚の端面コート誘電体膜は一方のレーザー共振器の端面にのみ用いることもありうる。

【0017】例えば、レーザー共振器の前端面からレーザー光を出射させ、後端面からはレーザー光を出射させないような構造の場合には、レーザー光を出射させる方の前端面は、反射率を劈開時と同じ0.32の反射率に近い値とすることが必要であるので、本発明のような膜厚の端面コート誘電体膜が被着される。一方、後端面については、半導体レーザー装置の発光効率を高める上では、反射率を高めてレーザー光を出射させない方がよいので、単層膜に代えて例えば多層膜が被着されることがある。

(4)

5

【0018】図3に酸化アルミニウムからなる端面コート誘電体膜を共振器端面に被着した時の反射率を示す。ここで、酸化アルミニウムからなる端面コート誘電体膜の屈折率は1.65であり、半導体レーザー素子1を構成するGaAlAs結晶の屈折率は3.6である。端面コート誘電体膜の膜厚の光学長が100分の1波長の時の反射率は0.32、10分の1波長の時は0.24となる。

【0019】同様の計算を行えば、酸化シリコンからなる端面コート誘電体膜（屈折率1.45）では、100分の1波長で反射率0.32、10分の1波長で0.25、窒化シリコンからなる端面コート誘電体膜（屈折率1.9）では、100分の1波長で反射率0.32、10分の1波長で0.24となる。図4に反射率を0.32より下げていったときのしきい電流の上昇する割合を示す。反射率が0.24まで下がるとしきい電流は約10%上昇し、0.27では3%に抑えられる。また0.30では1%のしきい値上昇に抑えられる。また、反射率を0.32より下げていったときの雑音特性を図5に示す。図5の縦軸は相対強度雑音（RIN）を示しており、-125dB/Hz以下であればCD等の光ディスクに使用できるが、低ければ低い程光ディスクの再生信号の品質がよくなる。

【0020】レーザー共振器端面への酸化アルミニウムの被着は、スパッタ法で行った。50分の1波長膜厚（実際の膜厚は約9.5nm）で端面コート誘電体膜をレーザー共振器の両端面に被着したときに、レーザー特性の変化は見られず、被着に要する時間は200秒と大幅な短縮が可能となった。また、寿命試験の結果従来の2分の1波長膜厚の半導体レーザー装置と同等の信頼性が確認され、コート誘電体膜を薄くすることによる寿命への悪影響は見られなかった。図6に示すように100分の1波長膜厚のものでも、寿命は問題なかった。さらに、CDからの信号読み取りのときに問題となるレーザー光の雑音についても、実際に光ピックアップに搭載して問題はなかった。

【0021】なお、以上の説明では誘電体材料を酸化アルミニウムで構成した例で説明したが、その他の誘電体材料である酸化シリコンや窒化シリコンあるいは酸化チタンについても同様に実施可能である。また本発明は、

6

劈開時と同じ反射率にするための端面コートに用いる誘電体の単層膜の全てに適用することができる。また、半導体レーザー装置は波長が780nmのGaAlAs系に限られることはなく、波長が1μm帯のGaInAsP系、600nm帯のGaAlInP系や400から500nm帯のZnSeやGaN系半導体レーザー装置にも適用することができる。

【0022】

【発明の効果】本発明の半導体レーザー装置によれば、
10 光学長が100分の1波長より長く10分の1波長より短い膜厚の端面コート誘電体膜を用いるので、その被着時間を従来例の5分の1から50分の1と大幅に短縮することができる。また、長時間にわたる被着によって膜厚のばらつきが増大したり、温度が上昇して半導体レーザー素子の特性を劣化させるといった悪影響を少なくすることができる。また、膜が厚くなってくると剥離しやすくなるが、従来よりも薄い膜厚となるので、そのおそれを少なくできる。また、端面コート誘電体膜が保護膜としての機能を損なうことなく、端面コート誘電体膜がないときとほとんど同じ反射率を実現することができ、端面コート誘電体膜がないときとほとんど同じレーザー特性を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態における半導体レーザー装置の構造を示す斜視図である。

【図2】端面コート誘電体膜の膜厚に対する反射率を示す特性図である。

【図3】本発明の実施の形態における半導体レーザー装置の端面コート誘電体膜の反射率を示す特性図である。

【図4】反射率に対するしきい電流の増加を示す特性図である。

【図5】反射率に対する雑音特性を示す特性図である。

【図6】光出力の経時変化（寿命特性）を示す特性図である。

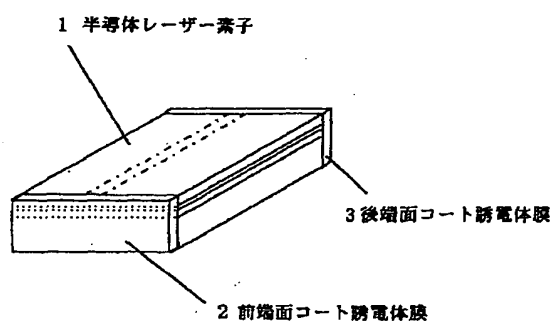
【符号の説明】

- 1 半導体レーザー素子
- 2 前端面コート誘電体膜
- 3 後端面コート誘電体膜

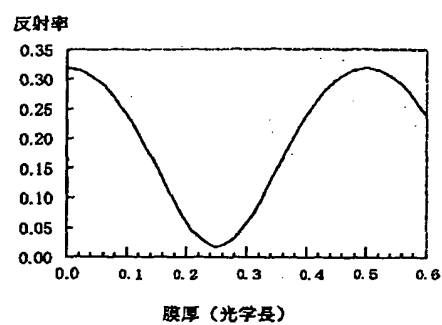
40

(5)

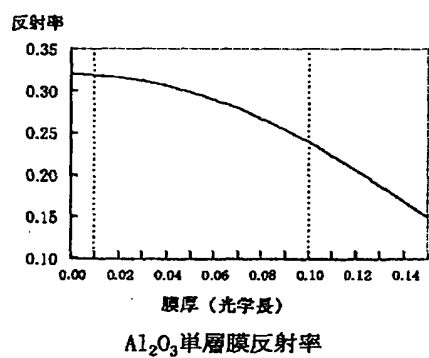
【図1】



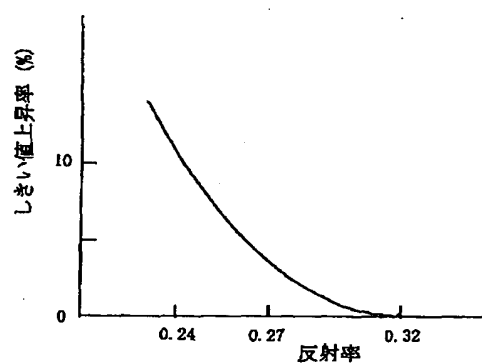
【図2】



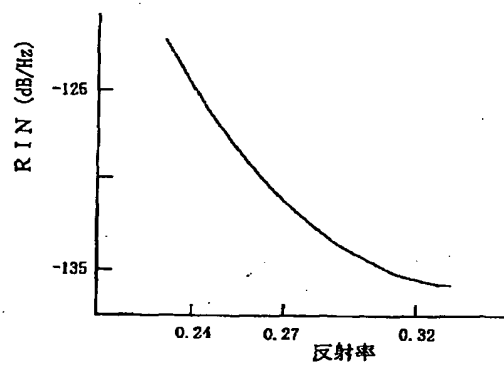
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

